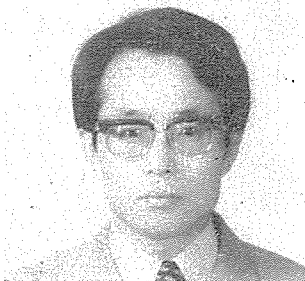


< I > 머릿말

중등 과학교육과 기술교육의 상보성

박 승 재
(서울대사범대 물리교육과 교수)



근래에 이르러 “과학기술”이라는 말은 널리 쓰이고 있으며 대단히 중요한 과제로 부각되고 있다.

과학기술처가 있고 한국과학기술 단체총연합회라는 기관도 있을뿐만 아니라, 한국과학기술사라는 제목의 저술도 있다.

“과학기술”의 의미는 무엇인가? 여러가지 논의가 있음직도 하지만, 아마도 과학과 기술을 뜻한다고 하는 것이 무난할 듯 하다. 그런데 왜 과학과 기술이 함께 문제가 되며 하나의 용어화 하는가? 서로 관계가 깊고 모두 중요하기 때문이라면, 무슨 관계가 있는가?

문교부에 과학기술과가 있고 시·도 교육위원회에도 과학기술과를 설치하고 있지만, 학교에서 “과학기술”이라는 과목은 없다. 과학기술과 관계된 과목을 꼽으라면 국민학교의 자연과 실과, 중학교의 과학, 생활기술, 농업, 공업, 수산업 등, 그리고 고등학교의 물리, 화학, 생물, 지구과학, 산업기술, 농업, 공업, 수산업 등을 우선 내세울 수 있겠으나 중고등학교에는 상업, 가정, 가사와 같은 교과도 있다.

어떤 연유로 “과학기술”이라는 과목은 없는가?

과학기술과 관계있는 과목들은 국가사회가 기대하는 과학기술에 부응하게끔 바람직하게 수행되고 있는가? 특별히 “과학기술”이라는 말이 널리 쓰일 정도로 과학과 기술이 서로 깊은 관계가 있는 것 만큼, 과학 과목 교육과 기술 과목 교육은 서로 의미있게 관련지워져 교육되는가?

본론은 첫째로 과학과 기술의 기본성격, 관계, 중요 특징 등을 간략히 개관하고, 둘째로 국내외의 과학교육과 기술교육의 동향을 살펴 본 다음 셋째로 중등학교에 있어서 과학교육과 기술교육의 상보적인 발전적 접근을 타진하려는데 있다.

국내외의 관계되는 문헌, 특별히 교육과정 책

자, 교과서 그리고 과학교육과 기술교육에 대한 실태조사 보고서 등을 분석하고 일부 입수된 외국의 문헌을 참고하였으며 제한된 수의 관계기관을 방문하고 관계인사와의 논의도 있었으나 본론은 경험과 통찰을 바탕으로 한 분석적 모형의 구상이라 하겠다. 계속하여 철저한 조사와 구체적인 구현방안의 실천연구가 요청된다.

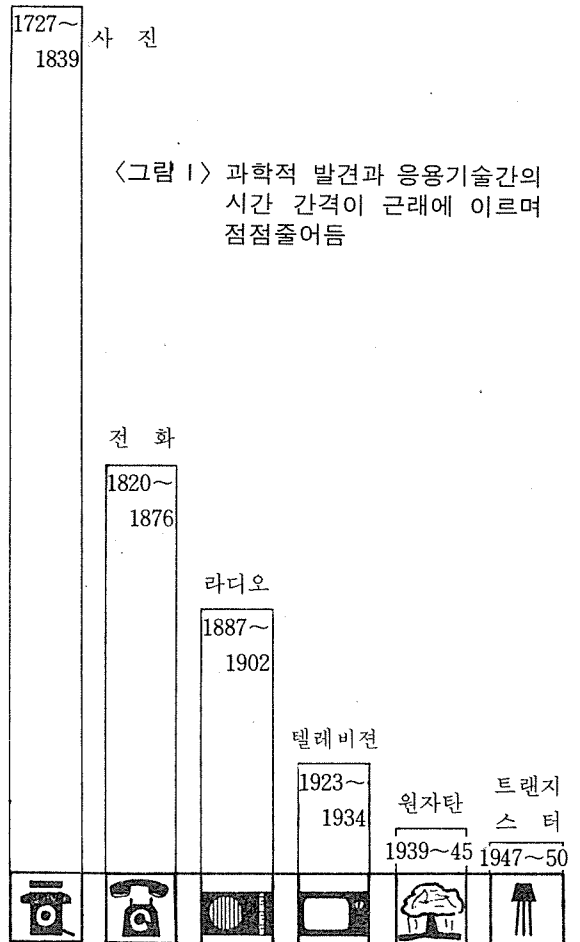
〈2〉 과학과 기술

과학과 기술은 인간의 창안적이고 실증적인 활동으로 과학자와 기술자의 활동을 외견상으로 보아 구분하기 어렵다. 과학은 우주의 사물과 현상을 서술하고 설명하려는 “앎”에 첫째 목적이 있는 반면, 기술은 인간의 필요를 충족시키려는데 우선적인 지향이 있다고 하겠다. 과학자들은 천체가 어떻게 운동하는가, 물체간의 어떠한 힘이 작용하는가 등에 관심이 있어 법칙을 발견하고 이론을 세우는 일에 골몰하지만, 기술자들은 어떻게 하면 이 강에 다리를 놓는가, 인전하고 경제적인 자동차를 만들려면 어떻게 해야 하는가 등에 관심이 있어 그러한 인간의 목적을 성취하기 위해 인력자원, 물질자원, 지식자원을 효율적으로 사용하려는 전문가들이라고 하겠다.

과학과 기술은 역사적으로 볼때 거의 서로 무관하게 발전한 경우도 있고 서로 밀접하게 관련되어 발전한 경우도 있다. 고려자기나 동양침술과 같은 이른바 “전통기술”은 과학과 무관하게 개발된 예라 하겠다. 그러나 산업혁명과 관련하여 왓트나 뉴코먼등의 탄광을 위한 열기관의 개발이 열역학을 낳게한 것과 같이 기술의 발전이 기초과학을 이끈 예가 있는가 하면, 쿨롱, 파라데이, 맥스웰등의 전기와 자기에 대한 연구가 오늘날과 같은 전기 문명시대를 이룩한 것은 기초과학의 발전이 고도의 기술을 낳은 예라고 하겠다.

현대에 이르면서 과학과 기술의 관계사항이 과거와 다른 특징을 띠게 된 것은, 첫째, 과학과 기술의 발전이 상보적인 되먹임(Feed Back)

과정으로 발전한다는 점이다. 전자기학의 발전이 전자공학기술을 낳고, 전자공학기술은 거의 모든 과학연구에 공헌하였지만 말할 것도 없이 고체 물리학의 발전에 공헌함으로써 반도체 물리학을 발전시키는데 중요한 역할을 하였다. 이것은 다시 혁신적인 고도의 전자공학기술을 개발시킴으로써, 로보트, 컴퓨터등을 낳게 하였다. 둘째, 기초과학의 연구와 응용기술에 의한 개발의 시간 간격이 〈그림 1〉에서 알 수 있는 바와 같이 점점 짧아졌다는 사실이다. 셋째, 현대에 이르면서 과학과 기술의 연구개발은 대규모화하였고, 넷째, 모든 부분에 과학과 기술이 관계되고, 다섯째, 과학과 기술은 국가 사회적인 과제가 되었고, 여섯째, 단순기능공보다 고급 과학자와 공학자의 수요가 급격히 증가하게



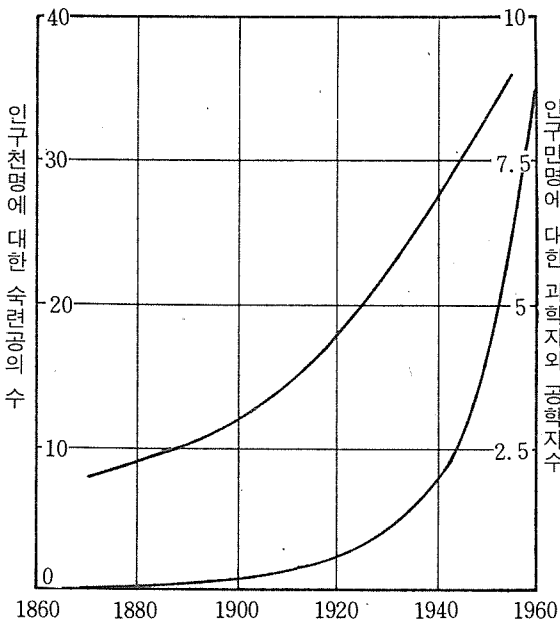
된 예를 <그림 2>에서 알 수 있다. 따라서 기술은 과학적 기술로 향하는, 과학은 과학적 기술에 힘 입는, 그리고 사회는 과학과 과학적 기술로 특정지워지는 세기에 이미 들어서 있지 않는가!

셸링은 과학의 중요한 면을 다음과 같이 6가지로 범주화하였다.

- ㄱ. 체계화된 지식으로서의 과학
- ㄴ. 인식하는 한 방법으로서의 과학
- ㄷ. 경험의 한 영역으로서의 과학
- ㄹ. 기술의 한 원천으로서의 과학
- ㅁ. 지적 및 도덕적 영향의 한 요소로서의 과학
- ㅂ. 한가지 사회적 기법으로서의 과학

이러한 면모의 과학을 바탕으로 하는 기술을 해리슨은 <그림 3>과 같이 모형화하였다. 셸링의 분석은 “과학으로부터 기술”을 강조한 반면, 해리슨은 “기술에 의한 과학”을 부각시킴으로써 다시한번 과학과 기술은 상보적 되먹임과정으로 현대를 수 놓는 과제라 하겠다.

<그림 2> 근래에 이르러 고급 두뇌의 필요한 수의 증가율이 크게 커지고 있음. (미국의 예)



< 3 > 과학교육과 기술교육의 동향

과학교육과 기술교육의 포괄적인 국내외의 동향을 언급하려는 것은 아니지만 본론을 위하여 중등을 중심으로 그리고 과학과 기술교육의 관계 파악을 위해 근래의 사향을 개략적으로 조사해 볼 필요가 있을 것 같다.

1950년대 이전의 과학교육은 단편적인 과학과 기술의 사실이나 기능을 주입식으로 교육하였고 기술교육은 실업교육의 일부로서 교육되었다. 1956년에 시작된 PSSC 물리과정과 같이 이른바 미국의 “알파벳” 과학과정 개발 이후는 학문적 성격의 과학교육이 “탐구과정을 통한 기본개념의 구도화”라는 표어로 연구 추진되어 기술은 거의 완전하게 제거되었다. 그러나 한편 ECCP 과정과 같이 교양 기술교육의 연구개발도 있었다.

서구 지역에서는 1970년대부터 환경 문제가 크게 대두되어 과학과 기술교육에 새로운 변화의 조짐이 있었다. 1974년 이후부터는 유류과 동으로 에너지 문제가 대두되어 NSTA 과정, EME 등의 개발이 있었다.

한편 과학과 기술의 일상 생활에의 영향은 물론 식량, 인구문제, 대형사고, 핵무기, 기계문명속의 인간소의 등으로 과학, 기술 및 사회의 관계에 대한 교육의 과제가 1980년대에 이르러 크게 부각되었다. 영국과학협회(ASE)가 중심이 되어 개발한 “사회속의 과학” 과제는 그 좋은 보기라 하겠다. 이들은 “모든 이를 위한 과학”이라는 표어로 탐구하는 과학교육이어야 할 뿐만 아니라 일상 행동하게 하는 과학교육 그리고 시민으로서의 역할을 다하게 하는 과학교육이 수행되어야 한다는 것이다. 이스라엘의 “농업생물(Agro-Biology) 과정”, BSCC의 “혁신(Innovation) : 과학과 기술의 사회적 관계 프로그램”, 아세아 물리교육과정 세미나에서 발표한 “물리와 기술의 통합교육” 등은 근래의 사조를 나타내는 예들이라 하겠다.

이와같은 외국의 동향과 견주어 볼 때 우리나라

라의 과학과 기술교육은 어떠한가?

중등과학교육에 대한 포괄적인 실태조사가 거의 없었으나 근래에 전국에 걸쳐 일반 고등학교의 실태조사를 서울대학교 사범대학 과학교육연구소가 일부 수행하였고 중학교는 수행중이다.

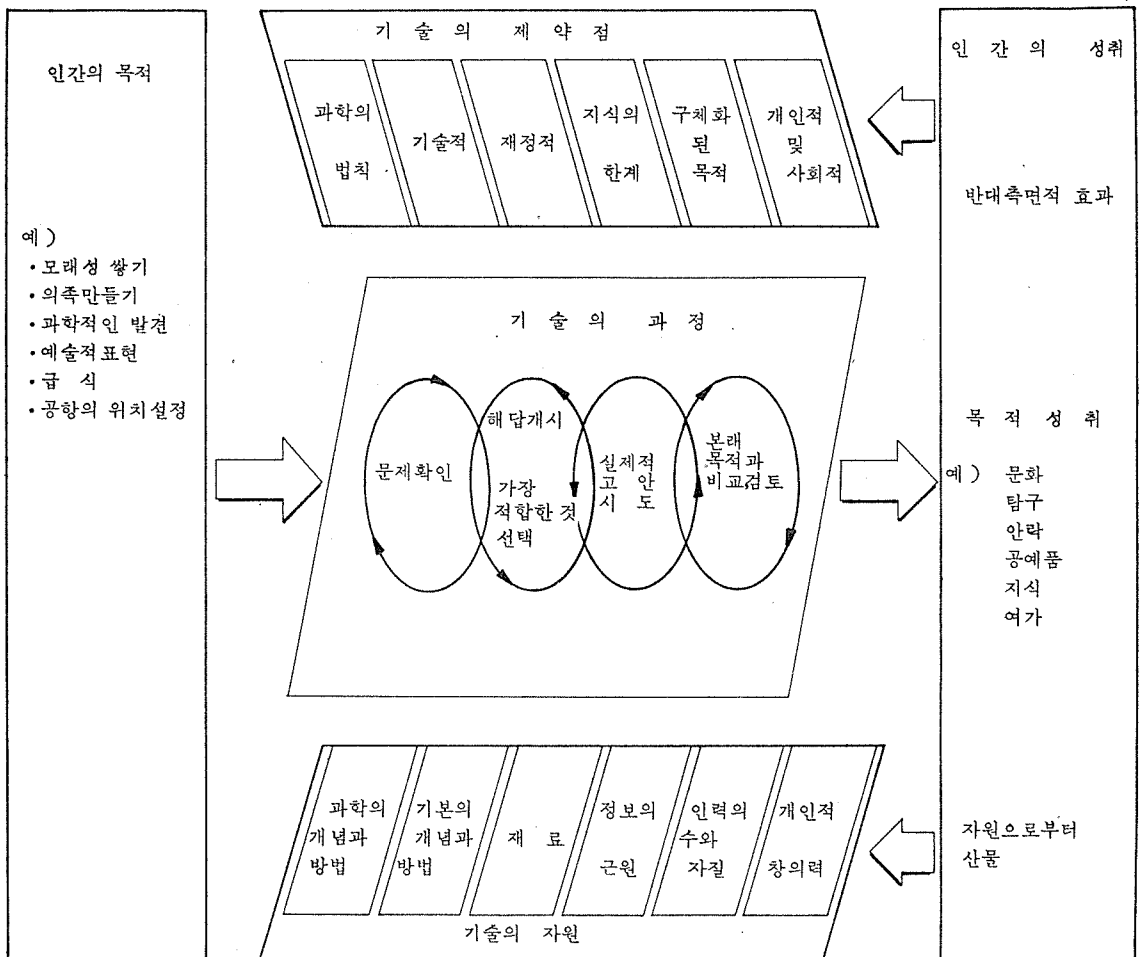
기술교육의 실태는 한국교육개발원에서 조사한 보고가 있는데, 그중 일부 관계사항을 참고로 주관적인 판단을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 교육과정에 진술된 중등 과학 및 기술

교육의 목표는 고매하고 포괄적인 이념을 진술하고 있으나 교양보다 전문교육의 성격을 띠었으며 이수 시간이나 단위도 어느 국가에 못지 않게 많이 배정되어 있으나 성취가능성이 희박하다고 여겨진다.

둘째, 현재 중고등학교 과학 및 기술교육의 성취 결과는 부진하다. 학생들은 상급 학년으로 올라 갈수록 과학과 기술에 흥미를 잃으며 어려워 하고 학력이 떨어지고 있다. 한 대학교의 이공계에 입학한 고교졸업생들에게 주관식

〈그림 3〉 기술 : 인간의 목적을 성취하기 위하여 과학적, 물질적 및 인적자원을 사용하는 훈련된 과정(Disciplined Process)



문제로 학력을 조사한 결과 물리, 화학, 생물, 지구과학의 평균 점수가 100점 만점에 대해 각각 34, 28, 58, 48점 이었다는 보고가 있다. 또한 실험기능시험을 시도하였으나 너무나 못하여 시험보는 의미를 상실하고 말았다는 보고의 내용도 있다. 6 천여명의 고등학생에게 설문지를 통해 조사해 본 결과 과학과 기술의 성격도 구분하지 못하며 그에 대한 그릇된 인식을 하고 있는 학생이 많은 데 구체적인 예를 들어보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 고등학교 학생과 교사의 과학에 대한 몇가지 설문응답을

설문내용 \ 대 상	교장	과학교사	학생
과학이 실험적으로 증명된 절대 진리라고 생각하는	72%	72 %	55%
과학적 방법으로 무엇이든지 해결할 수 있다고 생각하는	40%	47 %	41%
과학연구의 목적을 편리한 생활용품의 생산으로 보는	97%	72 %	69%
과학의 발달이 인간을 불행하게 하였다는 견해에 찬성하는	30%	34 %	55%

과학공부가 학생 자신에게 의미있다는 학생이 5 % 뿐이라는 보고가 있는 데 이것을 어떻게 해석해야 할 것인가?

세째, 과학과 기술과목 수업이 바람직하게 이루어진다고 보기 어렵다. 6 천여명의 고등학생 중 과학 수업시간에 한두번 또는 거의 질문해보지 못했다가 73%, 과학공부에 있어서 우선의운다가 37%, 과학수업 방법에 만족한다가 22%, 일상생활에 과학에서 배운 것을 많이 응용한다는 학생이 7 % 이다. 또 한 보고서는 기술과목 지도에서 교과서 중심 교실수업이 중학 86%, 고교 92%, 실험실습을 한번도 안했거나 2~3 개월에 한번 정도 실시했다는 중학교가 67%, 고등학교가 76% 라는 것이다. 과학과 기술관계의 진로지도 계획이 있는지, 무슨 자료로 어떻게 하는 지를 알기 어렵다.

네째, 과학과 기술 과목은 다같이 비슷한 여건과 문제점을 안고 있다. 다인수 학급, 실험실

습 지도곤란, 교육자로 빈약, 주입식 지도와 암기식 공부, 교사의 문제, 평가의 곤란, 입시제도 등 정책과 재정 및 장학문제, 부실한 연구개발 등, 200여명의 고등학교 교장중 88%가 입시제도가 과학교육을 저해한다고 응답하였음을 간과할 것인가?

다섯째, 과학과 기술 과목은 철저하게 격리되어 계획되고 전혀 무관하게 운영되고 있다. 과학과 기술관계 교육과정 개선과 교과서 집필자들이 한번이라도 논의를 하였는지, 과학 및 기술교사 양성관계자들이 의사 소통을 한 적이 있었는지, 중고등학교의 과학과 기술교사가 협의하는 일이 있는지?

여섯째, 그러나 하나의 과학기술처, 하나의 과학기술과, 하나의 한국과학기술단체 총연합회가 있다는 것과 과학교육과 기술교육이 격리되어 있다는 의미가 무엇인지 이 사항을 어떻게 해야 할 것인지 숙고해야 할 것이다.

< 4 > 중등과학교육과 기술교육의 상보적 접근

과학교육과 기술교육은 시대적 요청에 부응하여 그 목표를 달성하고 구현하기 위하여 상보적으로 달성할 수 있는 가능성을 탐색하는 것은 과학과 기술의 관계나 과학교육과 기술교육의 실태로 보아 기대 될직한 일이라 전제한다.

본론은 상보적 발전을 위하여 기술을 고려한 과학교육의 모형, 과학을 고려한 기술교육의 모형 그리고 과학 및 기술교육계의 공동보조 모형을 제의한다.

4-1 기술을 고려한 과학교육

“탐구과정을 통한 기본개념의 구조화”로 과학의 정신과 탐구능력을 함양하고 기본 개념을 이해하도록 한다는 기본방침에는 변동이 없으나 기술과 관련하여 다음과 같은 점을 고려한다.

(1) 의도하는 과학적 태도, 능력, 이해지도와 관련하여 적절한 생활과 기술의 소재를 도입

함으로써 동기 유발을 시킨다.

(ㄴ) 여러 활동을 통해 형성된 과학의 개념을 관계된 기술 및 생활 문제에 적용해 보도록 하여 강화 효과를 증진시킨다.(부록 1참조)

(ㄷ) 적절한 소재와 여건하에서는 기구를 제작하여 실험하도록 함으로써 철저한 실험을 도모하고 기구 취급과 수리에도 자신감이 있게 한다.(부록 1참조)

(ㄹ) 과학과 기술을 관련지워 진로지도로 함으로써 이공계통의 자기 적성과 소질 및 취향을 올바르게 파악하고 폭넓게 적응하도록 한다.

(ㄱ) 시청각 매체, 컴퓨터 학습등 과학교육에 적절한 교육공학술을 도입하도록 한다.

이렇게 함으로써 과학에 좀 더 흥미를 느끼고 친근감을 갖게 하며 과학개념을 명확히 이해하고 적용할 수 있을 뿐만 아니라 과학의 생활화의 의미를 바르게 이해하고 실천하게 하며 이공계통의 진로지도도 폭넓게 받을 수 있다.

4-2 과학을 고려한 기술교육

현재 교육과정에 명시된 기술교육의 기본목표와 방침에 추가하거나 일부를 재조정하여 “과학적 기술”에의 지향을 도모한다. 이러한 지향의 뜻과 기본 방침은 다음과 같이 시도될 수 있겠다.

(ㄱ) 기능 및 기술에 관계된 지식과 방법을 가급적 이해하도록 하면서 기능을 숙달시키고 기술을 습득하게 한다.

(ㄴ) 무모한 공상이 아니라 과학적 원리가 적용되는 기술의 창의력을 도모한다. 우매하게 아직도 영구기관을 제작하여 과학전람회에 출품하는 예가 있다.

(ㄷ) 보다 합리적이고 대규모적이며 효율적인 과학적 기술을 위하여 과학적 탐구과정의 밀거름이 되어 정확하고 정밀하며 안전한 기술을 지향한다.

이러한 과학적 기술교육은 일반교육의 일부로 교양으로서의 교육에서도 물론 그러하거나와 직업기술교육에 더욱 중요한 미래 지향적이라고 판단된다.

4-3 과학 및 기술교육계의 공동보조

과학 및 기술교육계가 별도로 추구하면 불가능하거나 비효과적인 문제, 즉 공동보조를 추구함으로써만 가능하거나 효과적인 활동이 있다는 전제하에 다음 사항을 제외한다.

(ㄱ) 현장구현 : 가장 가깝게 현실적으로 학교 현장에서 과학 또는 기술과목 담당교사가 협의하여 교육과정의 운영, 교육자료의 구비, 보관, 수리, 실험실습실의 운영, 조수채용기능평가등을 함께 연구하고 협조적으로 수행한다.

(ㄴ) 연구개발 : 태국의 IPST와 같이 과학과 기술교육연구를 한 기관에서 관련있게 수행하는 조치를 강구한다.

단기적으로는 상보적 접근방법, 장기적으로는 통합과정도 연구 검토할 만 하다. 물리, 화학, 생물, 지구과학의 통합보다는 국민학교의 과학과 기술과목의 통합과목, 중학교의 물상과 산업, 생물과 농업과 같은 과목이 연구될 만 하다.

(ㄷ) 교사양성과 계속교육 : 과학과 기술교사의 양성 체제와 기관을 재고하고 계속교육도 협조적으로 시도될 만 하다. 중학교 과학교사에게 기술을 그리고 기술교사에게 과학을 교육시키는 것도 연구될 만 하다.

(ㄹ) 사회인식 캠페인 : 과학과 기술, 과학교육과 기술교육을 위한 사회 일반인, 지도자, 교육행정가 등의 이해와 지지를 위한 활동을 공동으로 전개할 만 하다. 다인수 학급, 실험실습여건, 대학입시, 진로지도, 사회진출등에 관한 혁신적 조치를 강구하도록 촉구하는 캠페인을 함께 벌임으로써 효과적으로 목적을 달성할 수 있을 것이다.

이러한 선구적 역할에 가장 중요한 것은 다음과 같은 과학정신의 발로라고 판단된다.

○알려하고 이해하려는

○모르는 것을 정직하고 겸손되어 질문하는

○데이터를 수집하고 그 뜻을 찾는

○실증 근거를 요구하는

○논리를 존중하는

○전제(前提)를 재고하는

○결과를 재고하는

과학적 태도로 가능한 모든 현대적 기술을 동원하여 과학 및 기술교육을 연구하고 발전시켜야 하겠다.

< 5 > 맺 는 말

이미 우리는 과학과 기술에 얽힌 시대에 접어들었고 앞으로는 더욱 과학, 기술, 사회가 밀접한 관계에 놓일 것이다. 이러한 조류의 징표인 "과학, 기술"이란 표어의 용어화는 과학과 기술의 연구, 교육, 정책등에 의미있게 관련지워지고 부연되어야 할 것이다.

그럼에도 학교의 과학과 기술교육은 전혀 격리되어 있고 비효과적으로 수행되고 있다고 판단된다.

그러나 행정적이고 형식적인 그 어떤 강제적 조치 보다도 담당교사, 연구자, 교사교육자, 행정관계자들이 대화와 연구의 자세로 접근할 것이 요청된다. 단기적으로는 부분적인 상호협조적 접근이 시도될만 할 것이며, 장기적으로는 좀 더 포괄적인 상보적 추구가 연구 검토될 만 하다고 판단된다.

부록 : 과학적기술 탐구과제 예

- 망원경-설계와 제작
- 태양열 난방장치-설계와 제작
- 고무의 물리적 성질-내구력, 탄성, 연성, 전기열의 부도성
- 금속학연구-결정구조, 미시적 관찰조사, 평형도, 열처리 효과
- 자동차 문의 안전장치-설계와 제작
- 건축-설계, 착용, 나무골조나 다리같은 간단한 구조물의 제작과 검사
- 전기, 계기-전원공급기, 신호발생기, 전압계, 전류계등의 제작
- 논리회로-연계작용, 트랜지스터 작용, 부울대수의 논리문제 회로
- 도난경보기-설계와 제작
- 문자전자시계-설계와 제작
- 수력학 응용-수조, 제트충격, 파동의 메카니즘
- 통풍구-설계와 제작

단 한사람만 필요로 하는 효과적인 기름회수 시스템

영국제 기계식 기름회수 시스템으로 오염된 강물과 바닷가의 기름을 시간당 30톤까지 회수할 수 있다. 이 시스템은 미숙련 조작자가 설치할 수 있고 필요하면 기계를 가동시켜 놓고 자리를 비울 수 있다.

또한 오염된 수면에 끌어들인 가동콘베이어 端部로 기름

의 제일 무거운 부분과 기름속의 물 이멸선을 취급하기 위하여 특수하게 설계된 것이다. 이 장치는 트레일러 또는 배에 설치하여 이동시킬 수 있으며 반영구적으로 자리잡기 위해서 골재를 설치할 수 있고 트레일러 또는 기타 해변청소차에 볼트로 고정시켜 예비용으로 사

용할 수 있다.

수면의 얇은 油膜중에서 취수하는 물의 대부분 임의 선택한 분리 시스템으로 제거된다. 기타 회수한 기름의 점도를 저하시키기 위한 약제 투여용 주입 장치라든가 이멸선화 파괴 장치 등을 임의 채택할 수 있다.